Iranian Food Science and Technology Research Journal
Vol. 15, No. 5, Dec- Jan 2020, p. 613-622

نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران
جلد 15، شماره 5، آذر - دی 1398، ص.622-613

اثر کاهش لاکتوز با کمک اولترافیلتراسیون بر میزان استالدهید و ویژگی‌های حسی دوغ

رضا مبصرفر[1]- سید علی مرتضوی[2]*

تاریخ دریافت: 1396/12/15
تاریخ پذیرش: 1397/11/16

چکیده

دوغ نوعی نوشیدنی تخمیری لبنی است که اساس تهیه آن، مخلوط کردن ماست با آب و نمک است. یکی از مشکلات اساسی دوغ، تغییرات کیفی آن در طی دوره نگهداری است که عمدتاً به علت فعالیت میکروارگانیسم‌ها و در نتیجه کاهش pH رخ می‌دهد. در این پژوهش، تأثیر کاهش لاکتوز بر زمان ماندگاری، ویژگی‌های طعمی و حسی دوغ تولیدی در سه بازه زمانی روز اول، بیست و سوم و چهل و ششم پس از زمان تولید دوغ در مقایسه با دوغ‌های شاهد بررسی گردید. میزان استالدهید نیز به‌وسیله‌ی کروماتوگرافی گازی اندازه‌گیری شد. در این مطالعه شیر در سه روز متوالی از فیلترهای Ultra filtration (UF) عبور داده شد و میزان لاکتوز آن تا حدود 2% کاهش یافت. سپس مرحله تخمیر و استاندارد کردن دوغ‌ها از نظر چربی و ماده خشک بدون چربی انجام شد. کلیه آزمون‌ها با سه تکرار و با استفاده از آزمون LSD در سطح اطمینان 95% مقایسه میانگین‌ها انجام شد. نتایج نشان داد که در طول دوره نگهداری دوغ، میزان اسیدیته، pH و استالدهید دوغ تولیدی کمتر از دوغ شاهد شد؛ افزون بر این خواص حسی و طعمی آن نیز به میزان قابل‌توجهی بهبود یافت. هدف اصلی پژوهش افزایش زمان ماندگاری و بهبود خواص حسی و کیفیت دوغ بود؛ بر اساس یافته‌های این پژوهش به نظر می‌رسد که کاهش لاکتوز و به دنبال آن کاهش فعالیت باکتری‌های لاکتیکی می‌تواند نقش اساسی در افزایش زمان ماندگاری، ایفا کند.

واژه‌های کلیدی :دوغ، کاهش لاکتوز، اولترافیلتراسیون (UF)، کروماتوگرافی گازی (GC)، استالدهید

مقدمه

دوغ یکی از پرمصرف‌ترین فرآورده‌های تخمیری سنتی ایرانیان است (Foroughinaia *et al.*, 2007) که با استفاده کنترل‌شده از فعالیت باکتری‌های لاکتیک اسید (Yerlikaya, 2014) و مخمرها (Özer & Kirmaci, 2010)، تحت شرایط ویژه‌ای از شیر تولید می‌شود (Meshkani & Mortazavi, 2017; Zamani Mazdeh *et al.*, 2014). تخمیر علاوه بر افزایش عمر ماندگاری محصول می‌تواند طعم ویژه و منحصربه‌فردی به محصول ببخشد (Hugenholtz, 2013). در سال 1390 میزان دوغ تولیدی در ایران 1/4 میلیون تن بود که 150 هزار تن از آن صادر گردید که نشان دهنده نیاز و کشش بازار است (Bagheripoor Fallah et al., 2016). دوغ ایرانی به کشورهایی مانند افغانستان، آذربایجان، ترکیه، ارمنستان و کشورهای آسیای میانه صادر می‌شود (CodexAlimentarius, 2011; Fallah *et al*., 2011). یکی از مشکلات اصلی دوغ، کاهش pH است که منجر به تجمع پروتئین‌های کازئین می‌شود (F Azarikia, Abbasi, & Azizi, 2009; Fatemeh Azarikia & Abbasi, 2010)؛ بنابراین نیاز هست که کنترل pH و بهبود کیفیت دوغ به روش‌های مختلفی بررسی و انجام شود.

با توجه به اینکه تیمارهای حرارتی شدید باعث تخریب برخی اجزای شیر مانند پروتئین و ویتامین‌ها می‌گردد. فیلترهای غشایی، نیاز به اعمال حرارت که منجر به افت نسبی ارزش تغذیه‌ای می‌شود را کاهش می‌دهد. از طرفی دیگر استفاده از فیلترهای غشایی علاوه بر افزایش ماده خشک بدون چربی (SNF) و درصد پروتئین، باعث تولید شیرهای کم‌لاکتوز می‌شود که محصولات کم‌لاکتوز علاوه بر بحث تغذیه‌ای آن برای برخی افراد، مزایای ویژه‌ای در بهبود کیفیت محصول دارند (Jahadi *et al.*, 2007).

در گذشته از فیلترهای‌غشایی در تولید ماست‌های با درصد پروتئین بالاتر، ماست‌های کم‌لاکتوز و چکیده که به لبنه (Labneh) در خاورمیانه معروف است، استفاده می‌گردید (Biliaderis, Khan, & Blank, 1992; Mistry & Hassan, 1992). روش Ultrafiltration (UF) برای اولین بار در تولید صنعتی ماست در سال 1977 و 1979 توسط Jepsen استفاده شد. بر اساس پژوهش

1- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم و تحقیقات تهران.
2- استاد، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه فردوسی مشهد.
(*- نویسنده مسئول: Email: morteza1937@yahoo.com)
DOI: 10.22067/ifstrj.v15i2.70409

Robinson و Tamime ماست خامه‌ای و نرم با طعم اسیدی حاصل از فرآیند UF نیازی به هموژنیزاسیون ندارد و کیفیت مشابهی از نظر ویسکوزیته و اسیدیته با ماست‌های تولیدی از شیر غنی‌شده با شیرخشک بدون چربی دارد (Renner & Abd-El-Salam, 1991; Tamime & Robinson, 1999). هدف از این پژوهش تولید دوغ با ویژگی‌های کیفی بهتر و زمان ماندگاری طولانی‌تر بود که بدین منظور تغییرات استالدهید، pH، اسیدیته و ویژگی‌های ارگانولپتیک، در طی زمان ماندگاری بررسی‌گردید.

مواد و روش‌ها

استارتر DANISCO (شماره 505) و استالدهید (شماره 8/00004) با درجه خلوص بالای 99% به همراه محیط کشت‌ها و کلیه مواد شیمیایی مورداستفاده در این تحقیق نیز از شرکت Merck آلمان خریداری شدند. دستگاه کروماتوگرافی گازی مجهز به طیف‌سنج جرمی (GC-MS Agilent N6890، آمریکا)، میلک آنالایزر (Azmalaban, MCC، ایران)، رطوبت‌سنج (Sartorius,MA45، آلمان)، سانتریفوژ (Funke Gerber, Nova safety، آلمان)، انکوباتور (memmert,400 BM، آلمان)، انکوباتور یخچال دار (i2 WTW,TS-/6-606، اتریش) آون (memmert,UM400، آلمان)، pH متر (Knick766, آلمان) ترازوی دیجیتال 0/001 (AND,GF4000، ژاپن)، اتوکلاو (RT-2، ریحان طب، ایران)، فیلتر UF نوع Spiral Wound و جنس پلی سولفون (Cut_off: 10KDa).

تولید دوغ با استفاده از اولترافیلتراسیون (UF)

فیلترهای UF با فشار 2 تا 10 بار، توانایی جداسازی و تغلیظ موادی با وزن مولکولی 100-1 کیلودالتون، بر روی سطح غشایی با قطر 10^{-1}-10^{-2} میکرومتر را دارند؛ UF در هنگام عبور شیر باکتری‌ها، چربی‌ها و پروتئین‌ها را جداسازی کرده اما قسمت بیشتر آب، مواد معدنی مانند نمک‌ها، پروتئین‌های محلول و لاکتوز را به‌صورت آب‌پنیر (Permeate) از خود عبور می‌دهد و پروتئین‌های غیرمحلول و چربی‌های شیر تغلیظ شده که پشت فیلتر می‌مانند، ریتنتیت (Retentate) نامیده می‌شود (Jahadi *et al.*, 2007). در طی این تحقیق در طی سه روز، 3 شیر متفاوت از فیلترهای UF با دمای 50 درجه سانتی‌گراد عبور داده شد و با توجه به اینکه شیر دریافتی پس چرخ بود، حداکثر تغلیظ تا 24-23: Brix انجام شد، پس از آزمایش مشخص شد که میزان لاکتوز در شیر تغلیظ شده نسبت به شیر قبل از فیلتر (با توجه به ضریب تبدیل که براساس تغییرات ماده خشک محاسبه‌شده) تقریباً نصف شده است و به حدود 2 درصد رسیده است که این مقدار برای انجام عمل تخمیر کفایت می‌کند. سپس ریتنتیت تولیدی و شیر قبل از عبور از UF در دو مخزن جداگانه ذخیره شد و پس از اندازه‌گیری مشخصات آزمایشگاهی کامل از هر دو مخزن، آب به مخزن حاوی ریتنتیت اضافه شد تا میزان ماده خشک بدون چربی (Solid Non-Fat) آن تا حد قابل‌قبول کاهش یابد؛ زیرا در صورت وجود غلظت بالا، فعالیت باکتری‌ها با مشکل روبرو شده و زمان گرم‌خانه‌گذاری بسیار افزایش خواهد یافت. سپس برای استاندارد کردن چربی، خامه به دو مخزن اضافه شد، سپس دو مخزن پاستوریزه شد و در دمای 45 °C استارتر اضافه شد.

پس از طی زمان یکسان گرم‌خانه گذاری تعیین‌شده برای دو مخزن و رسیدن اسیدیته ماست، به ماست‌های دو مخزن آب RO (سختی نزدیک به صفر) اضافه شد. در ادامه با بالا بردن دما تا حدود 60°C اقدام به هموژنیزاسیون و سپس پاستوریزاسیون دوغ موردنظر نموده و بسته‌بندی در بطری‌هایی از جنس پلی‌اتیلن در دمای 4°C انجام شد. هموژنیزاسیون دوغ تولیدی توسط یک هموژنایزر دومرحله‌ای در دمای 60 °C و با فشار 150 بار و پاستوریزاسیون در دمای 72°C و به مدت 15 ثانیه انجام‌گرفت. مدت‌زمان نگهداری دوغ‌های تولیدی برای آزمایش نیز 46 روز در دمای 30°C بود.

روش اندازه‌گیری ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی

میزان pH، اسیدیته، رطوبت، پروتئین، لاکتوز و چربی نمونه‌های شیر مورد استفاده برای تولید دوغ با استفاده از دستگاه آنالیز شیر اندازه‌گیری شد. pH و اسیدیته دوغ نیز با استفاده از روش استاندارد ملی ایران شماره 2453، «دوغ-ویژگی‌ها و روش آزمون» اندازه‌گیری شد (ISIRI, 2008).

روش اندازه‌گیری استالدهید

نمونه‌های دوغ در آب یخ قرار داده شد تا از تبخیر جلوگیری شود، سپس 20 سی‌سی از نمونه دوغ توسط پیپت برداشته شد و بلافاصله در لوله‌های آزمایش با حجم 50 سی‌سی ریخته شد و درب لوله‌ها به‌وسیله سوباسیل مخصوص محکم بسته شد. زمان بستن درب لوله‌آزمایش زمان صفر در نظر گرفته شد. سپس دوغ‌ها در دمای 25 °C به مدت 30 ثانیه به‌صورت گردابی (vortex) مخلوط گردیدند. تزریق هوای داخل لوله با استفاده از سرنگ 100 میکرولیتری همیلتون Gas tight، به دستگاه GC Agilent ,N6890 انجام شد (Uebelacker & Lachenmeier, 2011).

ارزیابی حسی

ویژگی‌های حسی نمونه‌های دوغ شامل: رنگ، بافت، عطر و آروما، طعم و مزه، ترشی و پذیرش نهایی با استفاده از آزمون هدونیک 9 نقطه‌ای (امتیاز 1 نشان‌دهنده کمترین علاقه‌مندی و امتیاز 9 نشان‌دهنده بیشترین علاقه‌مندی) توسط 10 ارزیاب حسی آموزش‌دیده

در 3 زمان، روز اول، بیست و سوم و چهل و ششم مورد ارزیابی قرار گرفت. به هر نمونه یک کد 3 رقمی داده شد و نمونه‌ها به‌صورت تصادفی در اختیار ارزیاب‌های حسی قرار گرفتند.

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

دوغ‌های UF تولیدی با دوغ‌های شاهد در سه بازه زمانی روز 1، 23 و 46 پس از زمان تولید مقایسه شد. کلیه آزمون‌ها در 3 تکرار انجام و بررسی اختلاف موجود بین مقادیر میانگین‌ها، به‌وسیله آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) در سطح اطمینان 95% انجام شد. برای ارزیابی آماری داده‌ها از نرم‌افزار SPSS نسخه 20 استفاده شد. همچنین اطلاعات به‌دست‌آمده از آزمایش‌های رئولوژیکی با استفاده از نرم‌افزارهای Excel 2010، Sigmaplot 2000 و SPSS نسخه 20 جهت تعیین مدل ریاضی مناسب، مورد پردازش قرارگرفته و در این راستا از رگرسیون‌های خطی و غیرخطی استفاده شد.

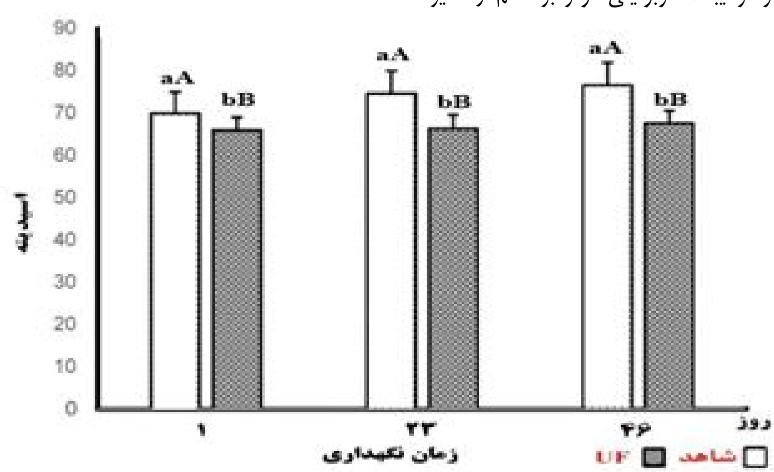
نتایج و بحث

برای بهبود خصوصیات حسی و افزایش ماندگاری محصولات لبنی پژوهش‌های گوناگونی صورت گرفته است. در پژوهش حاضر در طی نگهداری ابتدا استالدهید (عامل موثر در عطر و طعم محصول)، کمی افزایش داشته سپس با نگهداری بیشتر به‌طور معنی‌داری کاهش یافت که می‌تواند به علت تجزیه شدن و فراریت و نقطه جوش پایین آن باشد که با پژوهش علیزاده و همکاران (1388) هم‌خوانی دارد (علیزاده، احسانی و صفری، 1388). افزایش ابتدایی استالدهید نیز می‌تواند به علت تولید استالدهید و دیگر ترکیبات کربونیلی موثر بر طعم از سایر روش های متابولیکی و از پیش‌سازهای متعددی غیر از لاکتوز مانند والین ، پیروات، ترئونین و استیل فسفات باشد (Ahmadi, Mortazavian, & Mohammadi, 2013; علیزاده و همکاران، 1388). علیزاده و همکاران در سال 1388، تاثیر پروتئین‌های شیر تغلیظ شده به روش UF بر خواص شیمیایی و حسی ماست را بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که با کاربرد UF در تولید ماست علاوه بر تولید محصولی با ماده خشک بالا (به جای کاربرد شیر خشک)، محصولی مطلوب و غنی از پروتئین بدست می‌آید. (علیزاده و همکاران، 1388).

احتیاطی و همکاران در سال 2013 توانستند با افزایش مقدار کنسانتره آب‌پنیر تا 32 درصد، باعث بهبود کیفیت دوغ شدند (Ehtiati, Shahidi, Mohebi, & Yavarmanesh, 2013) اما در این پژوهش جهت افزایش ماندگاری و حفظ خواص حسی دوغ تولید، از فن‌آوری UF استفاده شد و هیچ‌گونه ماده افزودنی استفاده برای بهبود خواص دوغ استفاده نشد.

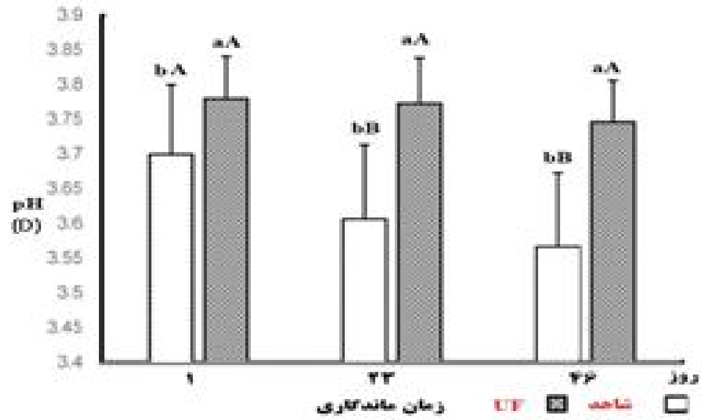
تأثیر استفاده از UF در میزان اسیدیته و pH دوغ

پس از 46 روز نگهداری دوغ شاهد و دوغ UF در یخچال و بررسی اسیدیته و pH دوغ‌ها، طی بررسی‌های آماری مشخص گردید که اختلاف معنی‌داری بین میانگین pH و اسیدیته دوغ UF (B) با دوغ شاهد (A) وجود دارد ($P<0/05$)؛ بدین ترتیب که کاهش لاکتوز فعالیت باکتری‌های لاکتیکی را کاهش داده و تأثیر معنی‌داری بر روند تولید و افزایش اسیدیته و کاهش pH داشته است ولی در هر تیمار تفاوت معنی‌داری بین زمان‌های مختلف وجود ندارد.



شکل 1- بررسی تغییرات اسیدیته دوغ‌های تولیدی با شیر UF و شاهد در طی زمان ماندگاری

حروف کوچک نشان‌دهنده تفاوت معنی‌داری در بین هر تیمار در زمان‌های مختلف است و حروف بزرگ نشان‌دهنده تفاوت معنی‌داری بین دو نوع دوغ در هر زمان (یک روز مشخص) است.



شکل 1- بررسی تغییرات pH دوغ‌های تولیدی با شیر UF و شاهد در طی زمان ماندگاری

حروف کوچک نشان‌دهنده تفاوت معنی‌داری در بین هر تیمار در زمان‌های مختلف است و حروف بزرگ نشان‌دهنده تفاوت معنی‌داری در بین تیمارها در هر زمان (یک روز مشخص) است.

مظاهری اسدی و پوراحمد نیز کاهش pH و افزایش اسیدیته را در طی نگهداری ماست‌های تولیدی گزارش کردند (مظاهری اسدی و پوراحمد، 2012). همچنین این نتایج کاملاً با نتایج علیزاده و همکاران (1388)، هم‌خوانی دارد، آن‌ها یک روند صعودی را در میزان اسیدیته در طی زمان نگهداری شاهد بودند که به علت تبدیل بخشی از لاکتوز به اسید لاکتیک می‌باشد (علیزاده و همکاران، 1388)

تأثیر استفاده از UF در میزان پروتئین دوغ

فیلترهای UF با جلوگیری از عبور پروتئین‌های شیر، باعث تغلیظ پروتئین‌های شیر می‌شوند که این امر در ریتنتیت نمود پیدا می‌کند، بدین ترتیب که فیلترهای UF لاکتوز، مواد معدنی و آب را از خود عبور داده که به‌صورت آب‌پنیر جدا می‌شوند اما از عبور چربی، پروتئین و نیز باکتری‌های اندکی که توانسته‌اند از MF عبور کنند جلوگیری می‌کند. تجزیه واریانس داده‌ها، اختلاف معنی‌دار میان دوغ تولیدی با شیر UF و دوغ شاهد (P<0/05) را تأیید می‌کند، بدین ترتیب که میزان پروتئین در دوغ UF، بیش از دو برابر نسبت به دوغ شاهد افزایش‌یافته است. پژوهش علیزاده همکاران (1388)، نیز چنین نتیجه ای را کاملا تایید می‌کند، آن‌ها بیان داشتند که ماست‌های اولترافیلترشده نسبت به نمونه شاهد اولترافیلتر نشده، ماده خشک و محتوای پروتئینی بالاتری دارند. (علیزاده و همکاران 1388). آلوارز و همکاران نیز اعلام داشتند که محصول حاصل از شیر تغلیظ شده با UF، محتوای پروتئینی بالاتری داشته ولی ویسکوزیته محصولاتی که لاکتوز و پروتئینشان به‌ترتیب کمتر از 2 و 6/5 درصد ویسکوزیته پایینی دارند (Alvarez *et al.*, 1998). Brazuelo و همکاران نیز قصد داشتند با استفاده از RO و UF شیر را تغلیظ کنند تا کیفیت محصول را ارتقا بدهند اما نتایج نشان داد که RO تاثیر معنی‌داری نداشته ولی فیلتر UF با cut-off = 10 KDa توانسته با نسبت‌های 3- 1-2- 1 حدود 35 درصد محتوای پروتئینی را افزایش دهد (Brazuelo *et al.*, 1995).

باید توجه داشت ارزش پروتئینی این دوغ تقریباً معادل با شیر هست. با این مزیت که پروتئین دوغ به علت پیش هضمی که روی پروتئین شیرِ آن در ماست احتمالاً رخ‌داده، هضم راحت‌تری دارند. گواه این استدلال محتوای بالاتر اسیدهای آمینه آزاد مخصوصاً پرولین و گلایسین در ماست نسبت به شیر است که به علت محافظت شدن فعالیت آنزیم‌های پروتئولیتیک و پپتیدازها در طی زمان ماندگاری ماست است؛ بدین ترتیب غلظت گروه‌های آمینی افزایش می‌یابد (Loones, 1989).

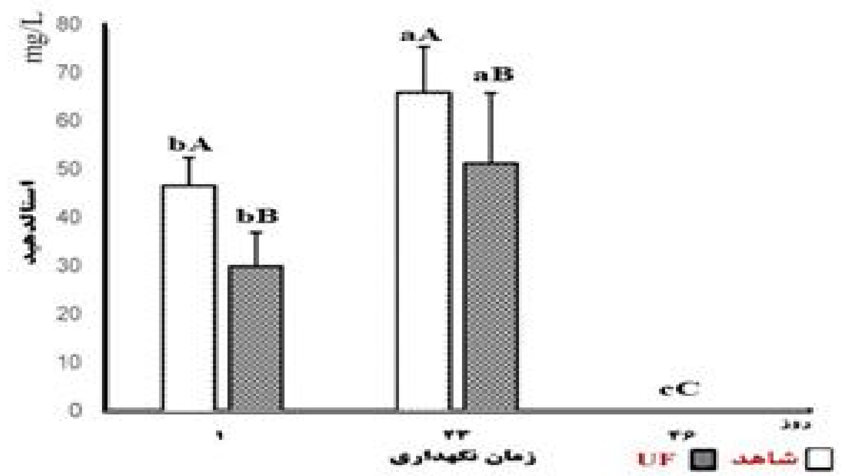
جدول 1- میزان درصد پروتئین نمونه‌های دوغ در روزهای اول، بیست و سوم و چهل و ششم پس از تولید

روز	1	23	46
شاهد	1/59aB	1/56aB	1/47aB
UF	3/49aA	3/47aA	3/43aA

حروف کوچک یکسان نشان‌دهنده تفاوت غیرمعنی‌دار در هر ردیف می‌باشند و حروف بزرگ متفاوت نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در هر ستون می‌باشند.

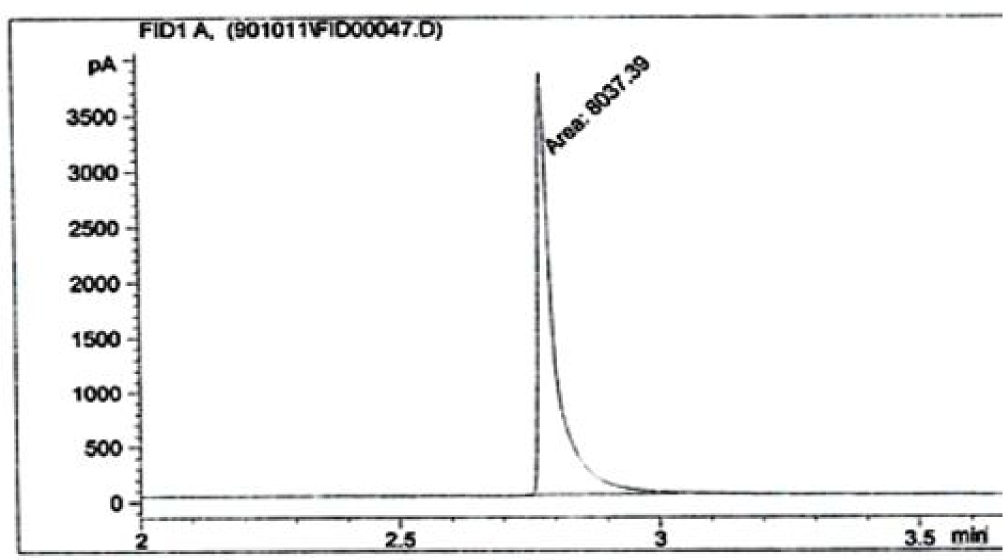
نتایج استفاده از UF در میزان استالدهید

نتایج تجزیه واریانس، وجود اختلاف معنی‌داری را بین میزان استالدهید دوغ UF و دوغ شاهد را تأیید کرد. (P<0/05). این اختلاف معنی‌دار در بین هر سه زمان مورد بررسی در طی زمان ماندگاری دوغ نیز وجود داشت. (P<0/05) حروف غیرمشابه به معنی اختلاف معنی‌دار در سطح 95% است. همان‌طور که در شکل 3 مشاهده می‌شود میزان استالدهید دوغ شاهد به علت لاکتوز بالاتر، بیشتر از دوغ UF است. در هر دو نوع دوغ نیز افزایش میزان استالدهید بین روز اول تا بیست و سوم مشاهده شد، اما در بازه زمانی روز بیست و سوم تا چهل و ششم میزان استالدهید برای هر دو نوع دوغ تولیدی کاهش قابل‌توجه و غیرمنتظره‌ی داشت. نتایج پژوهش علیزاده و همکاران (1388)، نیز تقریبا مشابه نتایج پژوهش حاضر هست، آن‌ها اعلام کردند ماست‌های اولترافیلترشده غنی از پروتئین محتوای استالدهید بیشتری نسبت به شاهد دارد، زیرا با افزایش محتوای پروتئینی نمونه‌های ماست به روش UF، تولید اسید با توجه به خاصیت بافری این نمونه ها افزایش می‌یابد، همچنین آزمایشات نشان داد که استالدهید طی نگهداری در ماست کاهش می‌یابد (علیزاده و همکاران 1388). شکل 4 زمان بازداری استالدهید که توسط GC اندازه‌گیری شده است را نشان می‌دهد.



شکل 2- تغییرات استالدهید دوغ‌های تولیدی با شیر شاهد و UF در طی زمان‌ماندگاری

حروف کوچک نشان‌دهنده تفاوت معنی‌داری در بین هر تیمار در زمان‌های مختلف و حروف بزرگ نشان‌دهنده تفاوت معنی‌داری بین دو تیمار در یک روز مشخص هست.



شکل 3- زمان بازداری استالدهید

توجیه علمی کاهش میزان لاکتوز و استالدهید

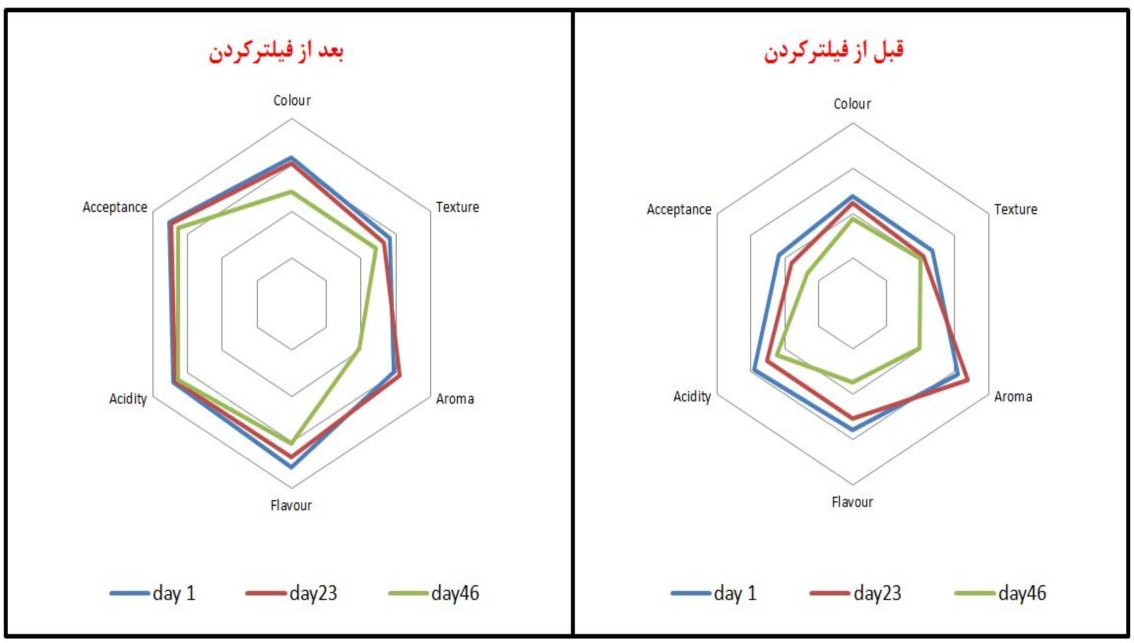
در طی اولترا فیلتراسیون شیر بخشی از لاکتوز وارد پرمیت می‌شود، در نتیجه از میزان آن کاسته می‌شود (علیزاده و همکاران 1388)، همچنین لاکتوز با استفاده از فعالیت باکتری‌های لاکتیکی، تجزیه شده و تبدیل به گلوکز و گالاکتوز می‌شود و از طریق استیل کوآنزیم A پس از تولید استالدهید تبدیل به اتانول (اتیل الکل) می‌شود و بدین ترتیب از مقدار استالدهید کاسته می‌شود (Gharibzahedi & Chronakis, 2018; McSweeney, 2009; Wouters & Geurts, 2006). همچنین طی تخمیر بخشی از لاکتوز به اسید لاکتیک تبدیل می‌شود و محتوای استالدهید بـا توجـه بـه فراریت و نقطه جوش بسیار پایین استالدهید در نگهداری بلند مدت، کاهش می‌یابد (علیزاده و همکاران 1388).

اثر UF روی ویژگی‌های حسی دوغ

نتایج حاصل از ارزیابی حسی نمونه‌های دوغ در اکثر متغیرها به‌جز آروما نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین دوغ‌های تولیدی بود (P<0/05). در پژوهش علیزاده و همکاران (1388)، نیز بین نمونه شاهد و نمونه‌های UF، اختلاف معنی‌داری وجود داشت و نتایج ارزیابی حسی عطر و طعم نشان داد که ارزیابان آموزش ندیده به نمونه شاهد در کل پایین ترین رتبه را در ارزیابی حسی داده‌اند (علیزاده و همکاران 1388).

در مورد متغیر آروما با توجه به نتیجه به‌دست‌آمده تغییرات معنی‌دار نیست که این امر به علت افزایش و سپس کاهش میزان استالدهید کاملاً قابل توجیه است؛ زیرا در آنالیز آماری مجموع امتیازات داده‌شده به دوغ‌های شاهد و UF در نظر گرفته می‌شود و در آزمایش‌های GC بین دو بازه زمانی روز 23 و 46 با کاهش میزان استالدهید تا حد صفر روبرو هستیم. عدم اختلاف معنی‌دار با توجه به امتیازات داده‌شده از طرف ارزیاب‌های حسی موجه و منطقی است. در ضمن در طی زمان ماندگاری نیز در مواردی بین بازه زمانی روز 23 -1 با روز 46- 23 اختلاف کاملاً معنی‌دار وجود نداشت اما در تمامی متغیرها، حتی متغیر آروما بین بازه‌های زمانی روز اول و آخر (روز چهل و ششم) اختلاف معنی‌دار وجود داشت (P<0/05).

در مجموع با توجه به امتیازات داده‌شده از طرف ارزیاب‌های حسی در تمامی موارد مجموع امتیازات به متغیرهای دوغ UF نسبت به دوغ شاهد بیشتر است، ضمن اینکه در طی زمان ماندگاری نیز ارزیاب‌های حسی دوغ UF را نسبت به دوغ شاهد ترجیح دادند. شکل 5 نتایج حاصل از ارزیابی حسی به‌وسیله نمودار عنکبوتی را نشان می‌دهد.



شکل 4- ارزیابی حسی دوغ‌های قبل و بعد از فیلتر

نتیجه‌گیری

هدف اصلی این تحقیق، بررسی تأثیر کاهش لاکتوز با استفاده از UF بر زمان ماندگاری و ویژگی‌های طعمی دوغ بود. بر طبق نتایج حاصل از آنالیز آماری مشخص گردید که کاهش لاکتوز نسبت به نمونه شاهد نه‌تنها در اکثر متغیرهای موردبررسی دارای تغییرات معنی‌دار است بلکه در طی زمان ماندگاری نیز تغییرات معنی‌داری بود.

تغییرات کند اسیدیته، pH و اسیدلاکتیک نسبت به دوغ شاهد نشان‌دهنده کاهش فعالیت باکتری‌های لاکتیکی و افزایش زمان ماندگاری و درنتیجه تثبیت کیفیت محصول تا مدت‌زمان طولانی‌تری هست. در ارزیابی حسی نیز دوغ حاصل از شیر فیلترشده (UF) نسبت به دوغ شاهد از نظر ویژگی‌های طعمی و همچنین پذیرش کلی ترجیح داده شد.

بنابراین با توجه به نتایج و بازار رقابتی موجود که تولید محصول با حداقل تغییرات کیفی در طی زمان ماندگاری را می‌پسندد؛ تولید دوغ با این روش به‌ویژه در بحث صادرات و یا ارسال محصول به نقاط دوردست داخل کشور کاملاً داری توجیه اقتصادی است زیرا این روش نه‌تنها در بهبود ویژگی‌های طعمی و تغذیه‌ای، نقش حائز اهمیتی از نظر بازارپسندی و جذب مشتری دارد؛ بلکه دارای حداقل تغییرات کیفی در طی زمان ماندگاری است که با توجه به قیمت بالای آنزیم لاکتاز، استفاده از فیلترهای UF برای کاهش لاکتوز به‌غیر از مزایای ویژه خود بسیار به‌صرفه‌تر و اقتصادی‌تر هست.

شایان‌ذکر است که دوغ تولیدی در این طرح پژوهشی (پایان‌نامه) تاکنون به کشورهای روسیه، عراق، قطر، افغانستان و ... صادر گردیده است.

تشکر و قدردانی

از کلیه همکاران شرکت شیر پاستوریزه پگاه کرمان که این‌جانب را در انجام این پروژه یاری نمودند کمال تشکر و سپاسگزاری را دارم.

منابع

علیزاده, آیناز, احسانی, محمدرضا و صفری, محمد. (1388). تاثیر پروتئین های شیر تغلیظ شده به روش اولترافیلتراسیون بر خواص شیمیایی و حسی ماست. فصلنامه علوم و صنایع غذایی, 6(3), 115-109 .

مظاهری اسدی مهناز و پوراحمد, رضوان. (2012). بررسی میزان استالدهید در ماست های تولید شده بوسیله سویه‌های میکروبی بومی. علوم غذایی و تغذیه, 7(2), 76-83 .

Ahmadi, E, Mortazavian, AM, & Mohammadi, R. (2013). The Effect of Heat Inactivating Process on Biochemical, Microbiological and Sensory Characteristics of Iranian Drink Based on Fermented Milk (Doogh). *J Food Process Technol*, *4*(271), 2.

Alvarez, F, Argüello, M, Cabero, M, Riera, FA, Alvarez, R, Iglesias, JR, & Granda, J. (1998). Fermentation of concentrated skim-milk. Effects of different protein/lactose ratios obtained by ultrafiltration–diafiltration. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, *76*(1), 10-16.

Azarikia, F, Abbasi, S, & Azizi, MH. (2009). Investigation of the efficiency and mechanisms of some hydrocolloids on the stabilization of Doogh. *Iranian Journal of Nutrition Science and Food Technology*, *4*(1), 11-22.

Azarikia, Fatemeh, & Abbasi, Soleiman. (2010). On the stabilization mechanism of Doogh (Iranian yoghurt drink) by gum tragacanth. *Food Hydrocolloids, 24*(4), 358-363.

Bagheripoor Fallah, N., Mortazavian Farsani, S. A. M., Hosseini, H., Shahraz, F., & Bahadori Monfared, A. (2016). Identification of microorganisms in industrial Iranian Doogh. *journal of food science and technology, 13*(57), 185-202.

Biliaderis, CG, Khan, MM, & Blank, G. (1992). Rheological and sensory properties of yogurt from skim milk and ultrafiltered retentates. *International Dairy Journal*, *2*(5), 311-323.

Brazuelo, Agustin, Suárez, Elena, Riera, Francisco A, Alvarez, Ricardo, Igesias, José R, & Granda, Juan. (1995). Protein-enriched yoghurt by ultrafiltration of skim-milk. *Journal of the Science of Food and Agriculture, 69*(3), 283-290.

CodexAlimentarius, Commission. (2011). Joint FAO/WHO food standard programme, project document for a regional standard for Doogh: Tunisia.

Ehtiati, ahmad, Shahidi, fakhri, Mohebi, mohebbat, & Yavarmanesh, masoud. (2013). Evaluation of WPC and EPS Producing Starter Cultures Effect on some Physical Properties of Doogh. *Iranian Food Science and Technology Research Journal*, *9*(4), 295-303.

Fallah, Aziz A., Rahnama, Mohammad, Jafari, Tina, & Saei-Dehkordi, S. Siavash. (2011). Seasonal variation of aflatoxin M1 contamination in industrial and traditional Iranian dairy products. *Food Control, 22*(10), 1653-1656.

Foroughinaia, S., Abbasi, S., & Hamidi Esfahani, Z. (2007). Effect of Individual and Combined Addition of Salep, Tragacantin and Guar Gums on the Stabilisation of Iranian Doogh. *nsft.ir, 2*(2), 15-25 (in persian).

Gharibzahedi, Seyed Mohammad Taghi, & Chronakis, Ioannis S. (2018). Crosslinking of milk proteins by microbial transglutaminase: Utilization in functional yogurt products. *Food Chemistry, 245*, 620-632.

Hugenholtz, J. (2013). Traditional biotechnology for new foods and beverages. *Current opinion in biotechnology*, *24*(2), 155-159.

ISIRI. (2008). (Institute of Standards and Industrial Research of IRAN). No. 2543 *Doogh-Specifications and test method.* Karaj: 2nd rd.

Jahadi, Mahshid, Ehsani, MohammadReza, NavabPoor, Sorayya, HashemiRavan, Mahnaz, SarallahZabihi, Sajjad, & Joodaki, Amin. (2007). Evaluation of milk constitute retentate with ultrafiltration. *Journal of Iran agriculture sciences, 38*(2), (in Persian).

Loones, A. (1989). Transformation of milk components during yogurt fermentation. *Yogurt: nutritional and health properties. McLean, VA: National Yogurt Association*, 95-114.

McSweeney, Paul LH. (2009). *Lactose, water, salts and minor constituents*: Springer.

Meshkani, S.M, & Mortazavi, S.A. (2017). Optimization of Formulation of Fermented Dairy Beverage (Doogh) Containing Whey Powder and Commercial Stabilizer Using Response Surface Design. *journal of food science and technology, 14*(66), 47-39.

Mistry, VV, & Hassan, HN. (1992). Manufacture of nonfat yogurt from a high milk protein powder. *Journal of Dairy Science, 75*(4), 947-957.

Özer, Barbaros H, & Kirmaci, Huseyin Avni. (2010). Functional milks and dairy beverages. *International Journal of Dairy Technology, 63*(1), 1-15.

Renner, Edmund, & Abd-El-Salam, MH. (1991). *Application of ultrafiltration in the dairy industry*: Elsevier Science Publishers Ltd.

Tamime, Adman Y, & Robinson, Richard Kenneth. (1999). *Yoghurt: science and technology*: Woodhead Publishing.

Uebelacker, Michael, & Lachenmeier, Dirk W. (2011). Quantitative determination of acetaldehyde in foods using automated digestion with simulated gastric fluid followed by headspace gas chromatography. *Journal of Analytical Methods in Chemistry*.

Wouters, Jan TM, & Geurts, TJ. (2006). *Dairy Science and Technology. Food Science and Technology*: CRC Press.

Yerlikaya, Oktay. (2014). Starter cultures used in probiotic dairy product preparation and popular probiotic dairy drinks. *Food Science and Technology (Campinas), 34*(2), 221-229.

Zamani Mazdeh, F, Esmaeili Aftabdari, F, Moradi-Khatoonabadi, Z, Shaneshin, M, Torabi, P, Shams Ardekani, MR, & Hajimahmoodi, M. (2014). Sodium benzoate and potassium sorbate preservatives in Iranian doogh. *Food Additives & Contaminants: Part B, 7*(2), 115-119.

Iranian Food Science and Technology Research Journal
Vol. 15, No. 5, Dec- Jan 2020, p. 613-622

نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران
جلد 15، شماره 5، آذر- دی 1398، ص.622-613

The Effect of Lactose Reduction on the Acetaldehyde Amount and Organoleptic Properties of Doogh as a Fermentative Product Using Ultrafiltration

R. Mobasserfar[1], S. A. Mortazavi[2]*

Received: 2018.03.06
Accepted: 2019.02.05

Introduction: Doogh is one of the most important and most widely consuming fermented traditional Iranian milk products, which is being prepared from the healthy milk by using the activity of certain lactic acid bacteria and molds under the especial conditions. *Streptococcus thermophilus* and *Lactobacillus bulgaricus* are used as starter culture for milk fermentation. The fermented dairy products have long storage life and constitute an important part of the milk's per capita consumption. For this reason, studying the different methods in order to improve the quality of these products is crucial. By considering the fact that the strong thermal treatments damage some components of milk such as protein and vitamins, using the membrane filterations decrease the need to impose the intense thermal conditions which result into the relative loss of nutrients. On the other hand, using the membrane filters not only increase SNF (solid non-fat) and the percentage of protein but also lead into the production of less-lactose milk as well, the production of less-lactose products, in addition to their nutritional value for some people, have especial benefits for improving the quality. As follows, UF filters in 10-2-10-1 diameter separate the bacteria, fats and protein when milk is passing with a pressure about 1-10 bar but also they pass the minerals such as salts and water which are being removed as permeate and the concentrated milk is called "Retentate".

Materials and methods: Materials provided in this study were including: Starter culture (No: 505 form Danisco, USA), Lactic acid (1.00366) with a degree of purity level more than 95%, NaH2PO4*2H2O (1.06345) plus the cultures' environment and the chemical substances from MERCK Company. HPLC system (Agilent, 1100 series, USA), Rheometer (Anton, MCR300, Austria), Milk analyzer bar (Azmalaban, MCC, Iran), pH meter (Knick,766, Germany), Digital scale 0.001 (AND,GF4000, Japan), Psychrometer (Sartorius, MA45, Germany), Oven (memmert, UM400, Germany), Centrifuge (Funke Gerber, Nova safety, Germany), Kjeldahl (Gerhardt, KB, Germany), Refrigerated incubator (WTW,TS606-6/2-i, Austria), Incubator (memmert, BM400, Germany), Autoclave (RT-2, Reyhan Teb, Iran). In the present study the effect of a decrease in lactose percentage on the durability, flavor and sensory (organoleptic) properties of produced doogh on the 1st, 23rd and 46th day's after production time in comparison to control ones, was investigated. The changes of acetaldehyde levels were measured using Gas chromatography mass spectroscopy. In this study, milk was passed through UF filters in three consecutive days and its lactose level was decreased by about 2%. After that fermentation and standardization of doogh based on the amount of fat and solid-nonfat has been done. All tests were repeated 3 times and the comparison of averages has been done by using LSD test (p= 0.05 %). Results were expressed as mean ± SE. Values were the average of triplicate experiments. Significant differences between the results were calculated by analysis of variance (ANOVA) with the help of SPSS software version 20. Differences at $P<0.05$ were considered to be significant. Also the obtained data for the rheological experiments was processed using software such as Excel 2010 and SPSS software version 20 to determine an appropriate mathematical model. And in this case, the linear and nonlinear regressions were used.

Results & discussion: Results showed that by increasing the storage time, the acidity and pH changes and the acetaldehyde amount of produced doogh was less than those of the control samples. Additionally flavor and sensory properties improved considerably. Based on the findings of this research, it seems that the reduction of lactose and the decrease of lactic acid bacterial activity can play an important role in increasing the durability time, improving the sensory properties and enhancing the quality of doogh. It was determined that the decrease of lactose using ultrafiltration to the control sample not only indicates the significant changes in most considered variables but also there are these kinds of changes during the durability time. In addition, the significant and slow changes of pH to the control sample due to the decrease of lactic bacteria activities show the least qualitative and flavor changes over the durability time. And also it was specified that by increasing the activities of lactic bacteria, the amount of acetaldehyde will increase but by decreasing this activity, the level of acetaldehyde will decline. This issue has a direct relationship with the changes of lactose's

1. Former M.Sc student, Department of Food Sciences and Technology, Expert of Iran Dairy Industries Co.,(Pegah) , Kerman, Iran.
2. Professor, Department of Food Science and Technology, Ferdowsi University of Mashhad, Iran
*(Corresponding author: email: morteza1937@yahoo.com)

amount. The post-filtration doogh due to its high amount of proteins shows high viscosity and concentration and for this reason, the attention of panelists in the sensory evaluation was directed toward choosing the post-filtration doogh instead of the pre-filtration one. Therefore, it can be concluded that the decrease of lactose using ultrafiltration has a main role in improving the quality of the product and also the tendency of the consumers.

Keywords: Doogh, Lactose, Ultrafiltration, Gas chromatography, Acetaldehyde